

# 地熱発電は

ピーター・ハートリー

ライス大学経済学部教授

# 天然の原子力発電だ

## 問題は発展途上国

——まず、世界のエネルギー開発状況を概観していただけますか？

ハートリー エネルギー需要で大きな問題となっているのは、発展途上国。これらの国は、エコノミストが言うところの「離陸段階」、高度経済成長の局面にあります。

発展途上の国や地域と他の先進国や地域との違いは何か。前者が非常に多くの人口を抱えていることで、発展途上の国々が成長するとき

には、エネルギー需要は増大します。人口の多い国々で経済成長が進み、エネルギー需要が大幅に増大していけば、このことが世界のエネルギー供給をさらに圧迫していくでしょう。

もう一つ、これらの国々が、先進各国と同様に安価なエネルギーを利用したいと考えているということですが。したがって、多くの先進各国が化石燃料の使用を削減するよう、こうした国々に対して圧力をかけても、おそらく彼らがそれに従うことはない。化石燃料に替わるエネルギー

源に切り替えれば、遙かに高額なエネルギーコストがかかることになり。それは経済成長にマイナスの影響を与えることになります。この状況は今後、数十年間にわたって継続していくことになるでしょう。

——供給の面はどうでしょう？

ハートリー 近年における非常に大きな変換として、非在来型石油、およびガスの登場が挙げられます。現在のところ、主に北米大陸でその取り組みがはじまっていますが、この分野で非常に大きな進展といえるの

## ●シリーズ エネルギーと日本の未来Ⅲ



ピーター・ハートリー

ジョージ・シンシア・ミッチェル基金「持続可能開発と環境経済」講座を担当。世界各国のエネルギー政策、電力改革および環境影響などをテーマに研究を行っている。

は、いわゆる「シェールガス」の存在です。ミッチェルエナジー社という会社が頁岩（シエール）からガスを製造する技術の開発に成功し、天然ガスを経済的に精製することを可能にしました。

非在来型石油やガスには他の形態も存在しており、おそらく今後、数十年の間に、他の形態の資源についても開発が可能になるでしょう。たとえば、日本列島沖の海洋中にある固形状態の天然ガス「メタンハイド

レート」です。日本政府は、メタンハイドレートから天然ガスを精製する方法を開発することに強い関心を持っており、カナダで行われている実験研究にも参加しています。

——では、原子力はあまり興味を持たれなくなるのでしょうか。

ハートリー 化石燃料をすべて開発すべきなのかどうか、開発を行った結果、何が起ころのかという疑問は当然、浮上してきます。この疑問自体が、人々が原子力に関心を抱く一つの理由であると私は考えています。

科学技術者の間で、核融合に関してよく使われるジョークがあります。

「核融合とは、未来のエネルギー源であり、そして、常に未来のも

のであり続けるだろう」

核融合を完成させられるかどうか、まだ分かりません。もし実現すれば、私たちは無限のエネルギー源を獲得することになります。さらに、放射性同位元素を生成するという点においては、核分裂エネルギーと比較しても、汚染のレベルは低くなる。まだ原子力への興味はつきません。

### 原子力の特別な価値

——日本にはあまり地下資源がないため、海外から資源を購入しなければなりません。

ハートリー エネルギー安全保障は、日本において非常に重要な問題です。この問題に対処するには、主に二つの方法があります。

一つ目は、エネルギー供給源を地理的に分散、つまり一つの地域に限定しないことです。エネルギーを供

給できる地域は、世界中にたくさん存在しているのです。

二つ目は、資源、すなわち使用するエネルギーのタイプを分散、つまり単一のエネルギー源のみに頼らないようにすること。多様な資源に分散させれば、一つの地域からの供給、あるいは一つのエネルギー源が寸断されたとしても他の供給源、あるいは他の地域からの供給を受けることができ、経済はダメージを受けにくくなる。エネルギー価格の高騰があれば、供給に混乱が生じ、コストは上昇、日本の経済成長にマイナスの影響をもたらします。

また、エネルギーの種類によって供給コストは異なります。石油、天然ガス、石炭を見れば分かるように、資源の価格は連動して動く傾向にある。一方、ウラン価格はこれらの動きと緊密には連動していません。

つまり、他の化石燃料の価格とは

異なり、ウラン価格が原油価格と連動して値動きすることはあまりないのです。ですから、日本のエネルギー供給の一定数を原子力から得ることで、たとえエネルギー供給が打撃を受けた時でも、価格全体の変動幅は小さく抑えることができ、経済成長への悪影響も小さなもので済む。

——日本は福島事故のあと、多くの人が原子力発電を続けることに大きな懸念を感じています。

ハートリー それはよく理解できません。しかし、次のことを自らに問いつけることが必要ではないでしょうか。「津波は何を引き起こしたのか」

「原発の運用方法を是正するためには、どのようなことができるか」と。

つまり、ここから何を学ぶのかということが重要なのです。日本国内にある原発のなかには、どのような対策も講じることができないものもあるかもしれません。その場合は、

閉鎖（廃炉）するのが最善の方策でしょう。しかし、実際に各施設内の問題の状態や、どうすれば修繕できるか、また問題に対応できるかについて正確に調査することもなく、すべての原発を閉鎖してしまうのは合理的な対応ではない。

原子力の使用を続けることは、エネルギーの安全保障を強固なものにしています。したがって、正しい対応とは、津波の結果、どうしてそのような様々な問題が生じたのかというのを正確に調査することなのです。原子力をただ排除するというわけにはいけません。

### 再生可能エネルギーの問題点

——再生可能エネルギーについては、どう見られていますか？

ハートリー 再生可能エネルギーの一つ、風力発電を見てみましょう。テキサス州はアメリカ国内でも最大

## ●シリーズ エネルギーと日本の未来Ⅲ

規模の風力発電生産能力を有していますが、そこでの調査の結果、風力発電にはいくつかの問題があることが判明しました。

まず、風力発電の電力出力は、風速の三乗として変化するということ。たとえば、毎秒十メートルの風が毎秒九メートルに変わると、風速は一〇%減少でも、電力出力は三〇%減少するのです。風速の増減で急に発電量が変動してしまうので、安定してエネルギーを供給し続けるためには、他に予備発電設備を準備しておくなければなりません。

さらに、テキサスだけでなく多くの土地でそうだと思いますが、風が最もよく吹くのは夜間なのです。テキサス州では、最大電気出力量が得られるのは午前一時〜二時の間ですが、電力需要が最大になるのは午後一時〜二時。季節で言えば、電力需

要のピークは夏ですが、テキサス州ではまさに灼熱の真夏日を過ごす時期は風がまったく吹きません。私たちが最大出力量を期待する時期は、電力が生産できない状態なのです。

私たちが電力を蓄えておくことができる、より優れた技術を手に入れるまでは、風力発電は有効な発電形態であるとは言えないのです。

日本は安定した電力システムを維持する必要があり、日本の電力供給システムに変動しやすい方式による発電量を組み込むことには限度があるでしょう。

——日本では地熱発電への期待が高いのですが、地熱発電の可能性はいかがでしょうか？

ハートリー 再生可能エネルギー資源として非常に興味深い。風力や太陽光とは異なり、地熱は一日二十四時間、一年三百六十五日、ずっと稼

働することができず。それに、熱岩を採集するために遠方まで出向く必要もない。地熱発電に関してはすでに多くの試みが行われており、高い可能性が秘められていると考えています。

もちろん、地熱にも問題はあります。たとえば、掘削技術の経験がある会社は、おおむね石油・ガス関連の企業であり、発電関係の経験がない。一方、電力会社には掘削技術の知識がない。

しかし、非常に興味深く、潜在的な可能性を秘めたエネルギー源であるのはたしかです。

### 電力システムの統一を

——福島原発事故後の日本の状況をご覧になって、どんな印象をお持ちですか？

ハートリー 日本国内には、それぞ

れ異なる周波数を使用する東西二つの地域が存在し、二つの地域間で電力を融通しあうことはほとんどありません。そのため、電気供給システムに競争原理を導入するという選択肢も大きく制限されています。日本が国内の電力システムを統一し、地域間を横断する電力送電を実現し、さらなる競争原理を取り入れることでどれくらいのコストがかかるのかを検討するいい時期なのかもしれません。より低いコストで、いまよりも効率的で安定したシステムを実現できる可能性もあります。

——もし、電力ビジネスに市場システム（メカニズム）を導入したら、電気料金は下がるでしょうか？

ハートリー 長期的に見ると、まず間違いなく価格は下がると考えられます。さらに、これまで以上に節電する意欲を高めることができる。

市場主導型の価格設定を導入する

ことで、需要がピークに達した時点の価格は、その需要に対応するための発電コストがオフピーク時に比べて相当高くなります。もしコストを抑えたいと考えるのであれば、ピーク時間帯に電力の消費を控えることがメリットのあることであると消費者に理解させることです。もし市場主導型で、消費者物価を反映した価格設定が行われていたら、消費者はシステムへの負荷が非常に高くなっている時間帯の電力消費を減らそうとする。これは「真にコストを反映した価格を実現する」方法として、以前から経済専門家の間で論じられていました。

## 原発の小型化に期待

——アメリカはシェールガス革命が起きて、原子力は続けていますね。

ハートリー アメリカでは新規の原子力発電所はそれほど多くありません

んが、原子力発電の電力の割合は増大し続けています。これを国民はあまり認識していない。アメリカでは、原発が長期にわたって少しづつ設計し直されているので効率性が上がっており、以前と比較するとより大きな電力をより長い期間、生産できるようになっていることがその理由です。

大きな期待が持たれる新たな原子力技術は、さらなる小型化です。モジュラー式原子力発電所には、東芝が関心を持っているようです。電力会社にとって、発電所建設は大きなリスクを伴う投資です。しかし、ずっと小額の投資で済むもっと小さな発電所を保有するならば、遙かに投資を実現しやすくなるし、リスクもずいぶん低くなります。

それに加えて、小型発電所ならもっと規格化された方法で工場内に設置することができるようになるし、

## ●シリーズ エネルギーと日本の未来Ⅲ

安全性はさらに上がる。もし何か問題が起こった場合には、発電所が自動的にシャットダウンするようにできると考えられています。

とはいえ、新技術によって原子力発電が競争力を獲得する時が来るまでは、アメリカでは原子力発電施設の新規建設は期待できません。

—— たしかに現在、化石燃料は豊富にあります。しかし、これらもいずれはなくなると言われています。

ハートリー 優れた技術が手に入れば、化石燃料から移行していくだけの話です。ちょうど人類が石器時代から金属時代へ、さらにその先へと移行していったように、エネルギーの面でも、いずれ私たちは移行することになる。しかしながら、この移行は私たちが文字どおり、使い果たしてしまったからではなく、その時代の化石燃料よりも低コストの手段

を手に入れることができたからという理由からでしょう。

### 包み隠さず市民に伝える

—— 次の手段はなんでしょう？

ハートリー 原子力かもしれませぬ。もし私たちが核融合の問題を解決することができたなら、非常に低価格で多量のエネルギーを生産できる。核分裂源としては、トリウムなどウラン以外の元素の使用が検討されています。トリウム原子炉はずっと毒性が低く、及ぼす影響もずっと低い放射性同位体を生成します。ですから、この技術も非常に期待されています。

—— 日本政府は、エネルギー政策に関する三つの選択肢を示して国民の議論を促しています。それは、原発の比率を①〇%②一五%③二〇〜二五%の三つからどれを選ぶか。ちな

みに、再生可能エネルギーの比率は三〇〜三五%を見込んでおり、エネルギー効率の向上も盛り込まれています。このことについて、どうお考えですか？

ハートリー 二〇〜二五%の原発比率が妥当でしょう。再生可能エネルギーによる電力出力は非常に不安定で、供給システムのなかに組み込むことができる量には限界があります。欧州の国々では、再生可能エネルギーが大きな割合を占めているとよく言われていますが、欧州は隣接国との相互連携があり、隣国から電力を購入することもできます。しかし、日本にはその選択肢はありません。

もちろん、安全上の問題が存在する。ですから、私はこれに対処するには、すでに述べたように各原発を調査し、設備に脆弱な部分が見つ

れば修繕を行い、必要な場合には施設を閉鎖（廃炉に）するという方法が適正なのではないかと考えています。

——それでもなお、原発の維持には多くの懸念が残ります。エネルギー政策から見た原子力の必要性と、原発を否定する感情のコミュニケーションギャップをどのように対応していけばいいでしょうか？

ハートリー 人々が、こうした施設が適切に規制の対象になっているのだ、という確信を持つことが必要です。だからこそ、規制を担当している当局が実際に各原発を調査し、安全性の確認のために必要な作業を行っているのです。テレビの撮影班を原発内に入れて、実際にそこで何が行われているかを映像にするのも考えられる方法ではないでしょうか。福島の問題とは一体何だったのか、広く公開されたディスカッションを

行うことも必要かもしれません。

私は市民とコミュニケーションを図ることこそ、再び人々に確信を持つてもらうための最良の方法であると考えています。包み隠さず正直に、福島で何が問題であったのかを正確に伝える。そして、他の原発についても説明を行い、どのような対策を講じているのかについてきちんと説明をする。そうすることで、福島原発と同様の問題が他の原発では起きないということをはっきりとさせることが重要です。

## 日本が先頭に立て

——エネルギーの分野で、日本の役割とは何だと思えますか？

ハートリー 日本は非常にエネルギー効率のよい国と考えられています。発展レベルからすれば、GDPあたりのエネルギー使用量は実に低い値です。それに、日本人は新しい

技術に強い関心を持っている。だからこそ、日本はこれからも新たなエレクトロニクス技術などを駆使するその手腕を世界中に示し続けていくでしょう。日本は、非常にエネルギー効率に優れた社会の模範例となっています。

福島事故を経験した日本には他にもできることがあるのではないかと思います。安全性を確実にしながら効果的に原子力発電を行うにはどうすればよいのかを、先導的な立場で世界中に示すこともできるのではないのでしょうか。

——日本がこの事故を乗り越えてその原因を深く調べることを期待している、と。

ハートリー 重要なのは、過度に不安視して逃げ腰になるのではなく、前進し続け、新技術によって問題を解決することができると前向きになることです。